Lo scanner

Attualmente lo scanner non rappresenta più una periferica di élite, destinata ad un uso esclusivamente professionale; infatti, è alla portata di tutti coloro che per necessità o per capriccio desiderano averne uno. Chi decide di acquistare una di queste apparecchiature difficilmente si pente della scelta, poiché giorno dopo giorno può scoprire nuove possibili applicazioni e impieghi.

Lo scanner è una periferica per la digitalizzazione delle immagini. Qualsiasi immagine piana, come ad esempio fotografie, disegni, ecc., può essere trasferita nel proprio calcolatore; questa operazione può essere eseguita in tempi molto brevi, semplicemente posizionando il documento da riprodurre sotto lo scanner. Le immagini digitalizzate possono essere successivamente elaborate e modificate con l'aiuto di appositi programmi.

In commercio si possono trovare tre tipi di scanner: da tavolo, a trasparenza e manuali

Scanner da tavolo Abaton 300/S, dotato di 16 livelli di grigio

MODELLI DI SCANNER

In commercio sono disponibili tre diversi modelli di scanner: da tavolo, a trasparenza e manuale. Lo *scanner da tavolo*, chiamato in inglese *desktop o flatbed scanner*, è quello più frequentemente utilizzato poiché permette di ottenere una qualità di riproduzione che può definirsi molto buona. Il suo aspetto esterno può essere paragonato a quello di una piccola fotocopiatrice; infatti, è simile a quest'ultima anche nell'approccio al lavoro. Per ottenere in pochi secondi l'immagine digitalizzata visualizzata sul monitor dell'elaboratore, è sufficiente posizionare il documento che la contiene sulla lastra di vetro di cui queste apparecchiature sono dotate. Questa categoria di scanner comprende sia modelli in bianco e nero che a colori; come spesso accade per apparecchiature di elevate prestazioni, sono generalmente in grado di regolare automaticamente i livelli di luminosità, contrasto e bilanciamento dei colori, in modo da fornire sempre il risultato migliore. Un'altra caratteristica molto frequente in questo tipo di scanner è la possibilità di selezionare l'area di scansione, che consente di evitare la digitalizzazione di zone del documento che non devono essere riprodotte. In questo modo non solo si risparmia tempo nel processo di digitalizzazione, ma anche un considerevole spazio sull'hard disk, in quanto i file risultano meno voluminosi.

Esistono modelli che sono in grado di lavorare con tutte le dimensioni standard dei fogli, dall'A4 all'A2 e oltre, con risoluzioni che vanno da 100 punti/pollice fino a 300/600 punti/pollice; esistono però anche dei modelli professionali che forniscono risoluzioni superiori a 5000 punti/pollice.

Gli scanner a colori utilizzano un solo sensore ottico e tre lampade fluorescenti di colore rosso, verde e azzurro (RGB)

Gli scanner da tavolo a colori utilizzano, come quelli monocromatici, un sensore di tipo ottico, il *CCD*, e sono dotati di tre lampade fluorescenti di colore rosso, verde e azzurro (RGB) invece di una sola.

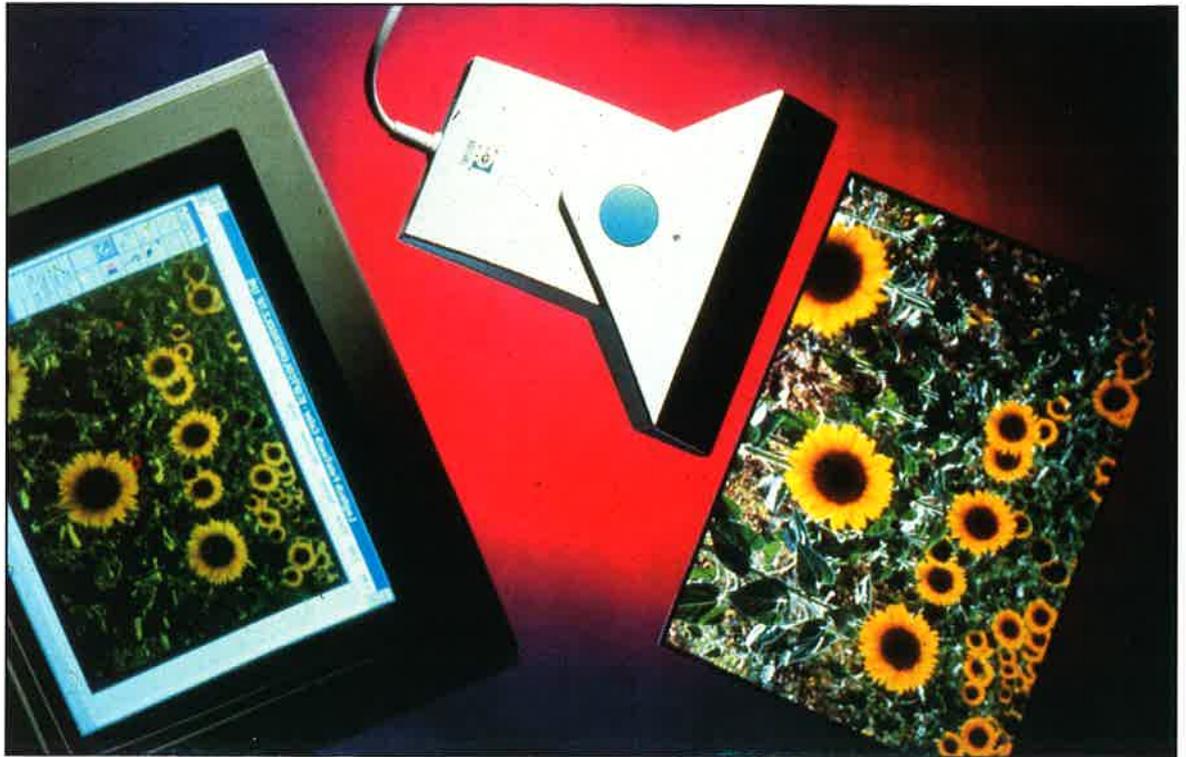
La scansione può avvenire in una sola passata con le tre lampade accese contemporaneamente, oppure in tre passate separate. La prima soluzione è più vantaggiosa, in quanto riduce i tempi della scansione, ma richiede una elettronica di controllo molto più sofisticata poiché deve essere in grado di regolare rapidamente le diverse intensità

Scanner manuale TransImage 1000

luminose per evitare che si generino scompensi tra i colori.

Gli *scanner a trasparenza*, conosciuti in inglese come *slide scanner* o *film scanner*, consentono la digitalizzazione delle diapositive. Sono apparecchiature che per le loro particolari caratteristiche sono destinate ad ambienti professionali, quali il settore pubblicitario e quello editoriale (libri e riviste). Consentono di ottenere livelli di risoluzione molto elevati, fino a 1.000 punti/pollice, sono generalmente a colori, e utilizzano la stessa tecnica di scansione di quelli da tavolo.

Il principale inconveniente degli scanner manuali è la ridotta area di scansione che possono coprire

Gli *scanner manuali*, conosciuti in inglese come *hand-held scanner* o *hand scanner* sono i più semplici ed economici della famiglia, e sono principalmente destinati ad utenti con esigenze molto limitate che ne fanno un uso occasionale tale da non giustificare l'acquisto di un modello da tavolo dal costo decisamente superiore. Queste apparecchiature, che si possono trovare in commercio ad un costo di circa 300.000 lire, forniscono comunque risultati eccellenti, sempre che l'applicazione alla quale vengono destinati accetti le loro limitazioni. Tra i vantaggi che presentano si ricordano il peso e le dimensioni contenute, che li rendono manovrabili con estrema facilità quasi si trattasse di un mouse; inoltre, occupano uno spazio molto ridotto. Il principale svantaggio è rappresentato dalla larghezza massima dell'immagine digitalizzabile che, per ragioni che verranno esaminate successivamente, non supera i 100-150 mm, che corrispondono alla larghezza standard relativa alla misura DIN A6. La risoluzione che possono fornire è piuttosto elevata, poiché va da un minimo di 300 ad un massimo di 600 punti/pollice. Generalmente sono monocromatici, ma esistono anche a colori. Gli scanner manuali che consentono di digitalizzare immagini a colori utilizzano filtri alternati R, G e B, come lo Sharp JX-100, e richiedono tre passaggi sul documento per ottenere l'immagine a colori. Alcuni modelli di scanner manuali a colori sfruttano invece un altro procedimento che fornisce però una qualità più scadente rispetto al precedente; infatti, non viene eseguita

Scanner manuale della Logitech

una digitalizzazione a colori ma una digitalizzazione in bianco e nero, alla quale vengono assegnati diversi colori in funzione delle diverse tonalità di grigio dell'immagine.
Come detto in precedenza, il principale inconveniente degli scanner manuali è la ridotta larghezza di scansione che pòssono coprire.

Parametri di uno scanner

Sono molti i parametri che definiscono le prestazioni e la qualità di uno scanner. I più importanti, che devono essere presenti in un qualsiasi foglio illustrativo, sono i seguenti.
Risoluzione: è la quantità di punti per unità di lunghezza che lo scanner è in grado di riprodurre. L'unità di misura generalmente utilizzata per rappresentare questo parametro è il d.p.i, "dot per inch" che in italiano viene indicata come *punti per pollice.* Anche se questa è l'unità di misura internazionalmente accettata, nel nostro sistema metrico fornisce un valore difficilmente quantificabile. Eseguendo però alcuni calcoli si potrebbe concludere che 300 dpi corrispondono a 12 punti per millimetro. Il costruttore dovrebbe fornire i valori relativi alla risoluzione massima e minima, e i valori intermedi.

La risoluzione, l'area di scansione e il numero di colori sono i tre parametri fondamentali che caratterizzano uno scanner

Area di scansione: è la superficie che lo scanner è in grado di digitalizzare in un solo passaggio. Negli scanner manuali viene utilizzata al suo posto la lunghezza della linea che l'apparecchiatura è in grado di digitalizzare. Questo parametro varia dal DIN A6 per gli scanner manuali, al DIN A2 per gli scanner più grandi.
Numero di colori: uno scanner a colori digitalizza l'immagine con un discreto numero di colori. Quanti più colori è in grado di distinguere tanto migliore è la qualità dello scanner, ma in questo caso non si deve dimenticare che aumenta il numero dei bit relativo a ciascun pixel, per cui la dimensione del file risultante aumenta secondo una progressione di tipo geometrico. Gli scanner di maggior qualità sono in grado di separare fino a 16.777.216 colori diversi, che corrispondono a parole di 24 bit per pixel.
La risoluzione, l'area di scansione e il numero di colori sono i tre parametri fondamentali che caratterizzano uno scanner.
Tempo di vita: è opportuno sapere che le lampade utilizzate negli scanner hanno tempi di vita piuttosto brevi (circa 100 ore). Ciò non rappresenta comunque un inconveniente, poiché generalmente non è una periferica che viene utilizzata in modo continuativo.

Tempo di scansione: è il tempo che impiega lo scanner per eseguire una scansione completa. Per poter valutare in modo corretto questo parametro bisogna considerare le diverse dimensioni a cui può corrispondere una scansione, e se questa è di tipo monocromatico o a colori. Con scanner a colori i tempi di scansione sono maggiori, in quanto richiede un tempo equivalente a tre scansioni di uno scanner monocromatico.

Collegamento al PC

L'informazione trasferita dallo scanner al PC è sempre piuttosto voluminosa. Quasi certamente ad ogni lettore è già capitato di utilizzare qualche volta file grafici in formato PCX o TIF, che contengono informazioni tipo punto a punto o "bit-map", per cui ha potuto constatare che la loro dimensione è valutabile nell'ordine delle centinaia di Kbyte. Queste informazioni notevolmente voluminose devono essere trasferite dallo scanner al PC in breve tempo (alcune decine di millisecondi/linea); da ciò risulta che la velocità di trasmissione deve avvicinarsi a quella di un hard disk. Appare ovvio che utilizzare la porta seriale a 9600 baud non sarebbe la soluzione ottimale; infatti, i diversi costruttori hanno decisamente escluso questa scelta e si sono affidati ad altri metodi di trasferimento.

Scheda interna per PC: questo è il sistema maggiormente utilizzato poiché l'impiego di una scheda inserita in uno degli slot liberi del PC consente di sfruttare al meglio le risorse di cui questa dispone per il trasferimento dei dati a velocità elevate (trasferimento con DMA). Gli scanner manuali, che hanno un assorbimento ridotto, prelevano l'alimentazione necessaria al loro funzionamento direttamente dal PC.

Collegamento attraverso la porta parallela: alcuni scanner, come lo ScanMan della Logitech, per comunicare con il PC utilizzano la porta parallela. In questo caso un piccolo adattatore consente di condividere la porta con una stampante.

Collegamento attraverso la porta seriale a 115.200 baud: un sistema spesso utilizzato per gli scanner manuali sfrutta porte seriali ad alta velocità.

Collegamento attraverso una interfaccia GP-IB: alcuni scanner intelligenti e dal costo piuttosto elevato utilizzano per il collegamento una interfaccia GP-IB, che permette una maggior capacità di comunicazione in entrambi i sensi e una

Lo scanner da tavolo Abaton 300/GS gestisce 256 livelli di grigio

Gli scanner manuali sono in grado di digatalizzare immagini con dimensioni che corrispondono esattamente a quelle di una piccola fotografia

maggior versatilità. Tramite una scheda di interfaccia adeguata lo scanner può essere collegato, in funzione delle esigenze, ad un sistema MacIntosh o a qualsiasi altro tipo di calcolatore.

Il sensore ottico

I sensori ottici che vengono utilizzati negli scanner sfruttano la stessa tecnologia delle telecamere e sono costituiti dai *CCD (Charge Coupled Device)*. Un sensore di questo tipo deve essere immaginato come una lunga serie di fotodiodi che compongono una linea di elementi fotosensibili, collegati a un registro a scorrimento analogico. Questo registro trasferisce all'amplificatore di uscita, in modo sequenziale, la carica presente in ciascuno degli elementi fotosensibili. Ciascuno di questi blocchi di carica corrisponde a un punto dell'immagine o pixel. La denominazione di *dispositivi ad accoppiamento di carica*, o come vengono più comunemente chiamati in italiano *dispositivi a trasferimento di carica*, si deve alla funzione di trasporto della carica che svolge il registro a scorrimento. Gli elementi fotosensibili (in inglese "photosites") assomigliano a piccoli quadratini di pochi micron di lato, perfettamente allineati e separati uno dall'altro da un sottile strato isolante.

Il sensore di immagine di uno scanner è costruito in tecnologia CCD, la stessa utilizzata per le telecamere

La lunghezza di una fila di questi quadratini dipende esclusivamente dalle dimensioni iniziali del wafer di silicio sul quale vengono fabbricati. Questo è generalmente rotondo e con un diametro con non supera i 100-150 millimetri, in quanto valori superiori non permettono di ottenere una purezza accettabile del semiconduttore. Per questo motivo anche la larghezza dei sensori risulta limitata a queste dimensioni. Purtroppo non è possibile montare diversi dispositivi CCD in modo sequenziale per aumentare la larghezza totale di scansione, poiché tra due elementi consecutivi si verrebbero a formare delle zone non coperte che provocherebbero la conseguente perdita di parti dell'immagine. Poiché non si può disporre di un sensore di immagine sufficientemente grande, per fare in modo che uno scanner copra il più possibile la dimensione di un foglio A4 (210 mm di larghezza) non rimane che una sola strada: ridurre l'immagine. Questa è infatti la tecnica che viene utilizzata dagli scanner da tavolo, che sfruttano un sistema ottico per ridurre l'immagine proprio come se si trattasse di una fotocopia ridotta del documento in questione. Questa riduzione viene compensata utilizzando un sensore di immagine con maggior risoluzione. Gli scanner manuali sfruttano invece un sensore di immagine di dimensioni maggiori

(quelle massime disponibili) evitando l'impiego di sistemi ottici per la riduzione del documento originale. Ciò permette di ridurre al minimo la meccanica ottica, e di conseguenza di diminuire il peso e il costo dell'apparecchiatura, anche se a scapito della larghezza massima dell'immagine riproducibile con una sola passata. Questo spiega perché gli scanner manuali non sono in grado di scandire immagini con larghezza superiore ai 100-150 mm.

SOFTWARE

Generalmente gli scanner vengono forniti con il corrispondente software di gestione. Quasi tutti però sono compatibili, utilizzando gli opportuni driver, con altri programmi di uso generale non sviluppati per uno specifico modello di scanner. Questo consente di poter trattare le immagini in modo diverso, in funzione delle necessità, e di poterle elaborare e modificare come si desidera. Con programmi tipo Photoshop ad esempio, è possibile trattare l'immagine come se fosse un disegno, modificando i colori, le tracce, la luminosità, ecc. Con programmi di Morphing è invece possibile miscelare più immagini per ottenere effetti particolari, come ad esempio il risultato della sovrapposizione del viso di due diverse persone.

Generalmente con gli scanner vengono forniti i software per la loro gestione e i programmi per il riconoscimento ottico dei caratteri (OCR)

Un altro aspetto che deve essere considerato relativamente ai programmi che vengono utilizzati con lo scanner è la compatibilità dei file generati. Attualmente è possibile generare file di diversi formati, ma esistono in commercio dei programmi che permettono la conversione nei formati più comuni per consentire lo scambio delle immagini nelle diverse applicazioni. I formati maggiormente utilizzati per la digitalizzazione dell'immagine sono i TIF e PCX. Un'altra categoria di programmi nati praticamente con gli scanner e di uso sempre più crescente è costituita dagli *OCR (Optical Character Recognition)* per il riconoscimento ottico dei caratteri. Tuttavia, anche se i progressi in questo settore sono stati notevoli, resta ancora molto da fare. La maggior parte degli scanner, ed in particolar modo quelli manuali, vengono forniti con il proprio programma per il riconoscimento ottico dei caratteri. Spesso però si tratta più di un espediente commerciale che di un programma realmente in grado di fornire determinate prestazioni. Per questa operazione infatti gli scanner manuali non sono i più consigliati, poiché spesso accade che le linee di testo invece di essere rilevate in modo perfettamente orizzontale vengano invece digitaliz-zate inclinate, rendendo difficile il riconoscimento dei caratteri e provocando un aumento del numero degli errori anche per testi brevi.

Un altro aspetto che rende gli scanner manuali poco adatti al riconoscimento ottico dei caratteri è la difficoltà che questi hanno nel digi-talizzare una pagina di testo completa. Come facilmente intuibile, anche in questo caso le diverse inclinazioni che derivano dalle diverse passate effettuate per ottenere la digitalizzazione completa rendono particolarmente difficile la composizione dell'immagi-

Lo scanner Abaton 300/color gestisce 16,8 milioni di colori

Negli scanner, come nei televisori, i modelli a colori stanno soppiantando quelli in bianco/nero

ne finale, con possibili perdite di informazione. Tutti gli scanner vengono comunque forniti con un software per la loro gestione e con un programma per il riconoscimento ottico dei caratteri (OCR). Tutti i programmi OCR hanno comunque delle caratteristiche che li contraddistinguono, quali ad esempio il tipo di carattere riconoscibile (Courier, Helvetica, Times, ecc.), la relativa dimensione (10 o 12 punti) e la definizione con la quale riescono ad interpretare i caratteri, che dipende dalla qualità di stampa del documento che deve essere scandito. Diventa interessante osservare il modo con cui vengono "visti" i caratteri stampati su di un periodico. Quelli che per l'occhio umano risultano caratteri chiari e ben separati diventano molto confusi e irriconoscibili dopo il processo di digitalizzazione eseguito con il programma di riconoscimento ottico.

I formati grafici TIF e PCX sono i più utilizzati nella digitalizzazione delle immagini

É facile verificare che spesso i caratteri che compongono una parola risultano tra loro sovrapposti o così vicini da non poter essere più separati, al punto che il programma li interpreta come se fosse un unico elemento; questo tipo di problema complica notevolmente il corretto riconoscimento da parte dell'OCR, e solo i programmi dotati di alta definizione riescono, ma non sempre, a fornire dei risultati accettabili.

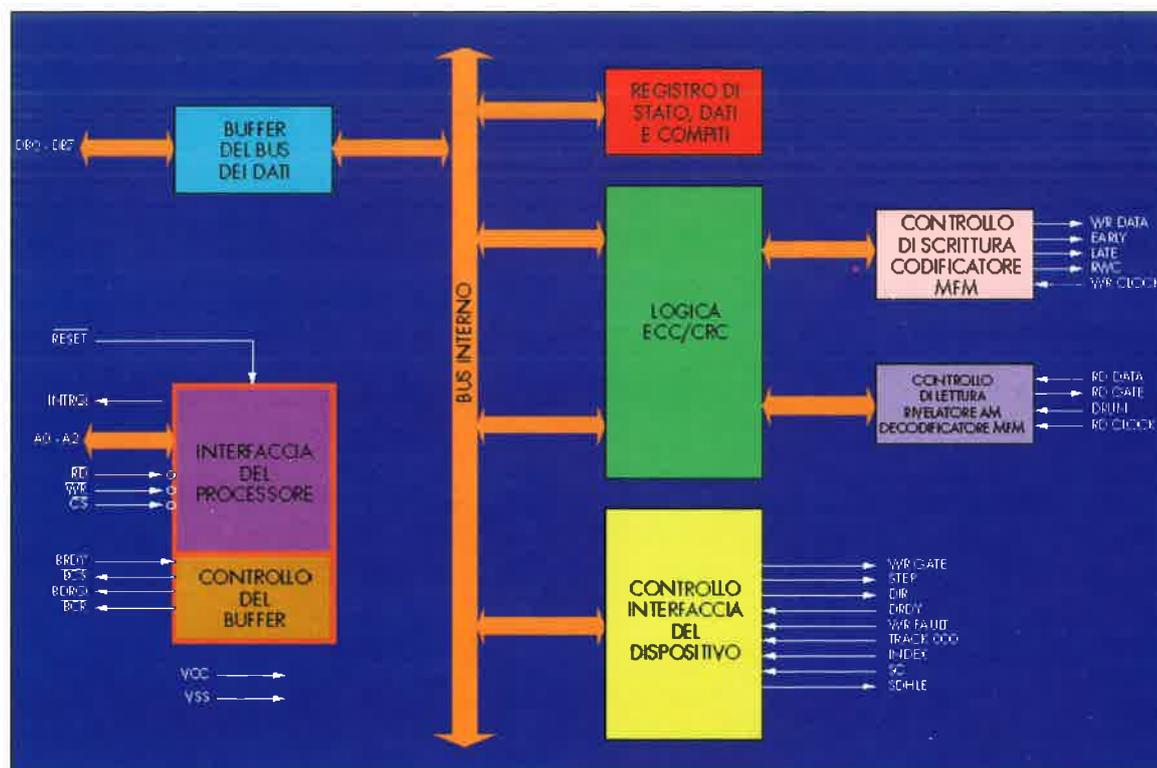
CONCLUSIONI

Uno scanner risulta comunque un elemento indispensabile per qualunque tipo di applicazione possa essere eseguita con un elaboratore.
Uno scanner, per quanto modesto sia, consente ad esempio di inserire delle fotografie nei propri documenti, rendendo vera la frase che cita "vale più una immagine di mille parole". In qualunque tipo di pubblicazione, tecnica, scientifica, architettonica, pubblicitaria, gestionale, ecc., è possibile inserire delle immagini scannerizzate che rendano più professionali i propri documenti. Quelle citate sono le applicazioni più comuni degli scanner; non bisogna dimenticare però che questi dispositivi possono essere utilizzati anche in altri modi, abbinandoli ad esempio ad una stampante per ottenere una fotocopiatrice di emergenza, oppure ad un modem per realizzare un sistema fax completo. Anche a livello professionale gli scanner sono ormai diventati degli strumenti essenziali di lavoro; basti infatti pensare che senza di loro non potrebbe esistere nemmeno questa pubblicazione.

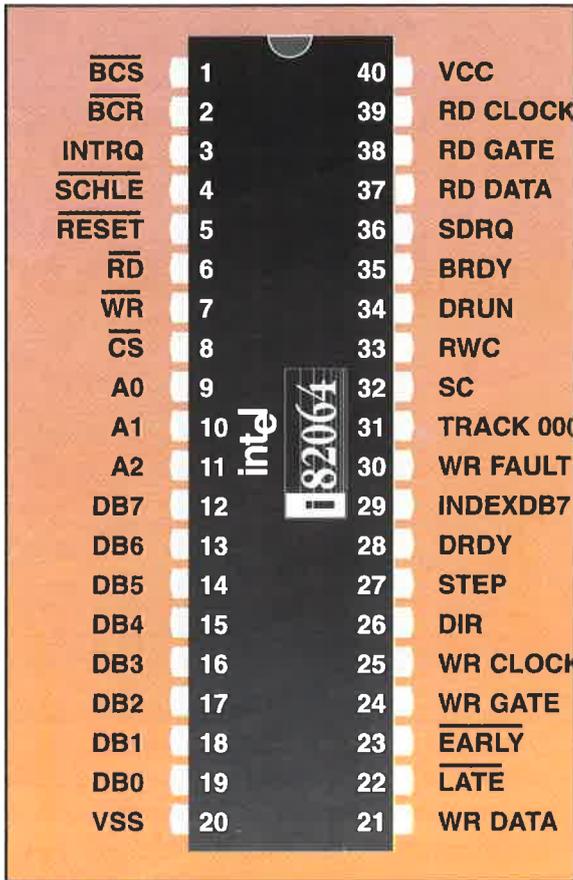
I CONTROLLER PER HARD DISK

Tra i vari elementi circuitali che compongono un personal computer esistono dei componenti digitali dai quali dipende l'ottimizzazione del sistema e il controllo di alcune funzioni fondamentali del PC.

I circuiti di controllo degli hard disk permettono l'interfacciamento dei sistemi a microprocessore con i dischi rigidi; le interfacce si differenziano tra di loro in funzione dei diversi costruttori di hard disk.

Questi circuiti trasformano le informazioni trasmesse dal microprocessore in formato parallelo ad una determinata velocità, in un flusso di dati codificato in un formato idoneo per la memorizzazione o la lettura sul disco rigido, come ad esempio il formato MFM. Naturalmente il

Schema a blocchi di un controller per hard disk

Segnale	Pin	Pin	Segnale
BCS	1	40	VCC
BCR	2	39	RD CLOCK
INTRQ	3	38	RD GATE
SCHLE	4	37	RD DATA
RESET	5	36	SDRQ
RD	6	35	BRDY
WR	7	34	DRUN
CS	8	33	RWC
A0	9	32	SC
A1	10	31	TRACK 000
A2	11	30	WR FAULT
DB7	12	29	INDEXDB7
DB6	13	28	DRDY
DB5	14	27	STEP
DB4	15	26	DIR
DB3	16	25	WR CLOCK
DB2	17	24	WR GATE
DB1	18	23	EARLY
DB0	19	22	LATE
VSS	20	21	WR DATA

intel i82064

Disposizione dei terminali di un controller per hard disk in contenitore Dual-In-Line

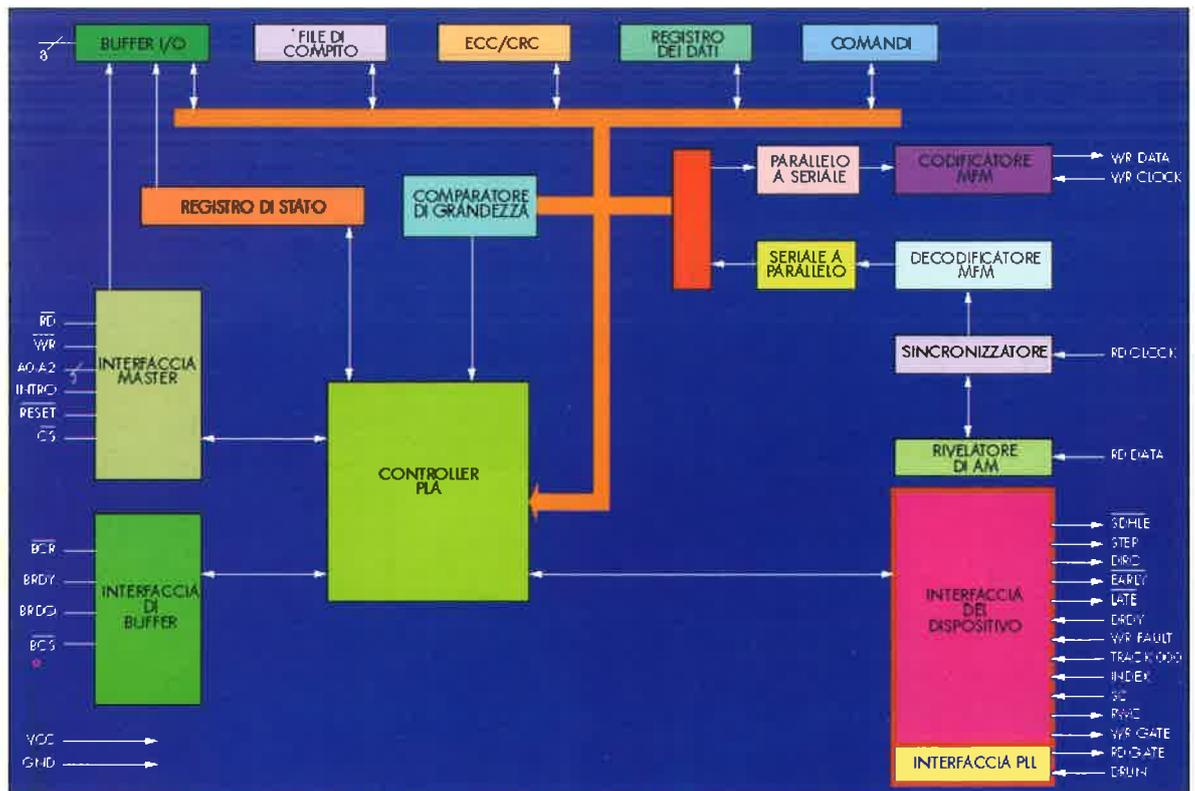
circuito è dotato di tutta la logica di controllo necessaria per l'hard disk, dei segnali di controllo che permettono la separazione esterna dei dati, e degli elementi richiesti per la realizzazione del processo di scrittura.

Alcuni di questi circuiti comprendono internamente degli algoritmi per la rilevazione degli errori, che permettono di sfruttare diversi livelli di riconoscimento e di correzione degli stessi. Quando durante il processo di lettura viene rilevato un errore si possono ad esempio attivare le seguenti procedure:

- *attivazione del flag di errore*
- *correzione automatica dei dati nel settore danneggiato*
- *invio del segnale di errore al sistema per la sua successiva correzione.*

La struttura interna di qualsiasi controller per hard disk è formata da sette blocchi principali:

- *controller della PAL*
- *comparatore di grandezze*
- *logica ECC/CRC*
- *registri dei dati*
- *buffer di ingresso/uscita dei dati*

Distribuzione dei segnali di un controller per hard disk nei diversi blocchi che lo compongono

- *interfaccia di controllo*
- *codificatore/ decodificatore dei dati.*

Il blocco relativo al controller della PAL ha il compito di interpretare i comandi e di generare tutte le funzioni di controllo. Questo blocco si sincronizza tramite il segnale di clock indicato con WR CLOCK. Il comparatore di grandezze utilizza diversi bit, in funzione dell'hard disk che deve controllare, e serve per calcolare l'indirizzo e il numero dei passi necessari per spostare le testine dell'unità dalla posizione attuale a quella del cilindro desiderato. Viene utilizzato separatamente anche un controllore di equivalenza ad alta velocità, che ha la funzione di confrontare i byte del campo ID durante la ricerca dello stesso in un determinato settore.

Collegamento di un controller con un hard disk

Terminali di un controller in contenitore SMD per montaggio superficiale

I controller per hard disk possono essere provvisti di diverse opzioni per la protezione dell'integrità dei campi nei quali sono memorizzati i dati. Tra le più importanti si segnalano le seguenti:

ECC

CRC.

La modalità CRC fornisce alcuni strumenti per la verifica dell'affidabilità dei dati letti sul disco, ma non esegue nessuna correzione. Il generatore di CRC elabora e verifica caratteri di controllo a ridondanza ciclica, che vengono scritti e letti nel disco dopo i campi ID e dati. Il registro CRC viene preimpostato con tutti i suoi bit a 1 prima che inizi il calcolo.

Se il carattere CRC generato durante la lettura dei dati non coincide con quello scritto in precedenza viene segnalata la presenza di un possibile errore. Se si verifica un errore di CRC in un campo ID viene attivato il flag del registro degli errori. Viceversa, se l'errore si verifica nel campo dati si attiva l'ECC.

La modalità ECC viene applicata solo ai campi dati. Ciò permette di rilevare e correggere automaticamente gli errori presenti in questo campi.

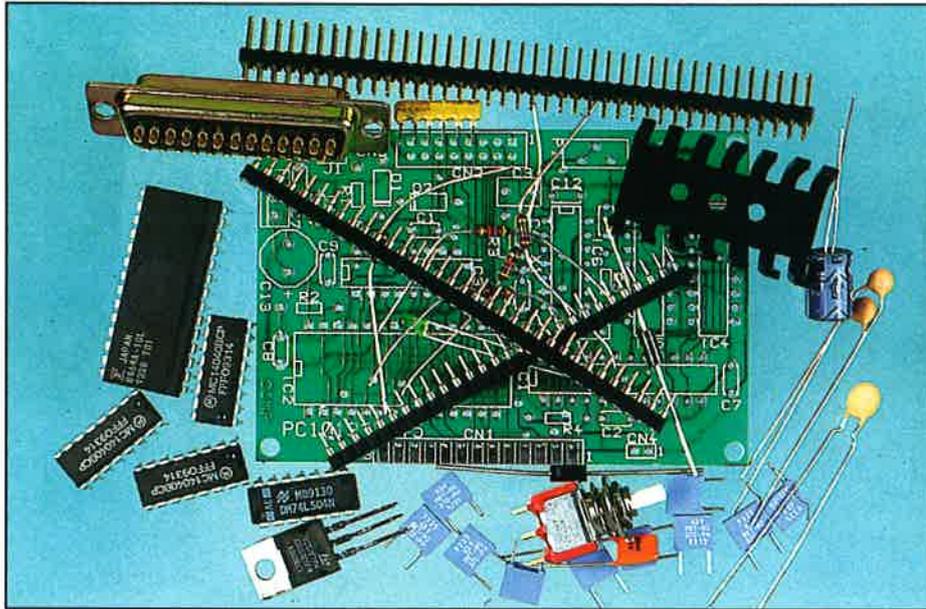
Il sistema può interrogare il registro di stato per rilevare quale tipo di errore è stato riconosciuto e corretto.

Se l'errore non è stato corretto viene attivato

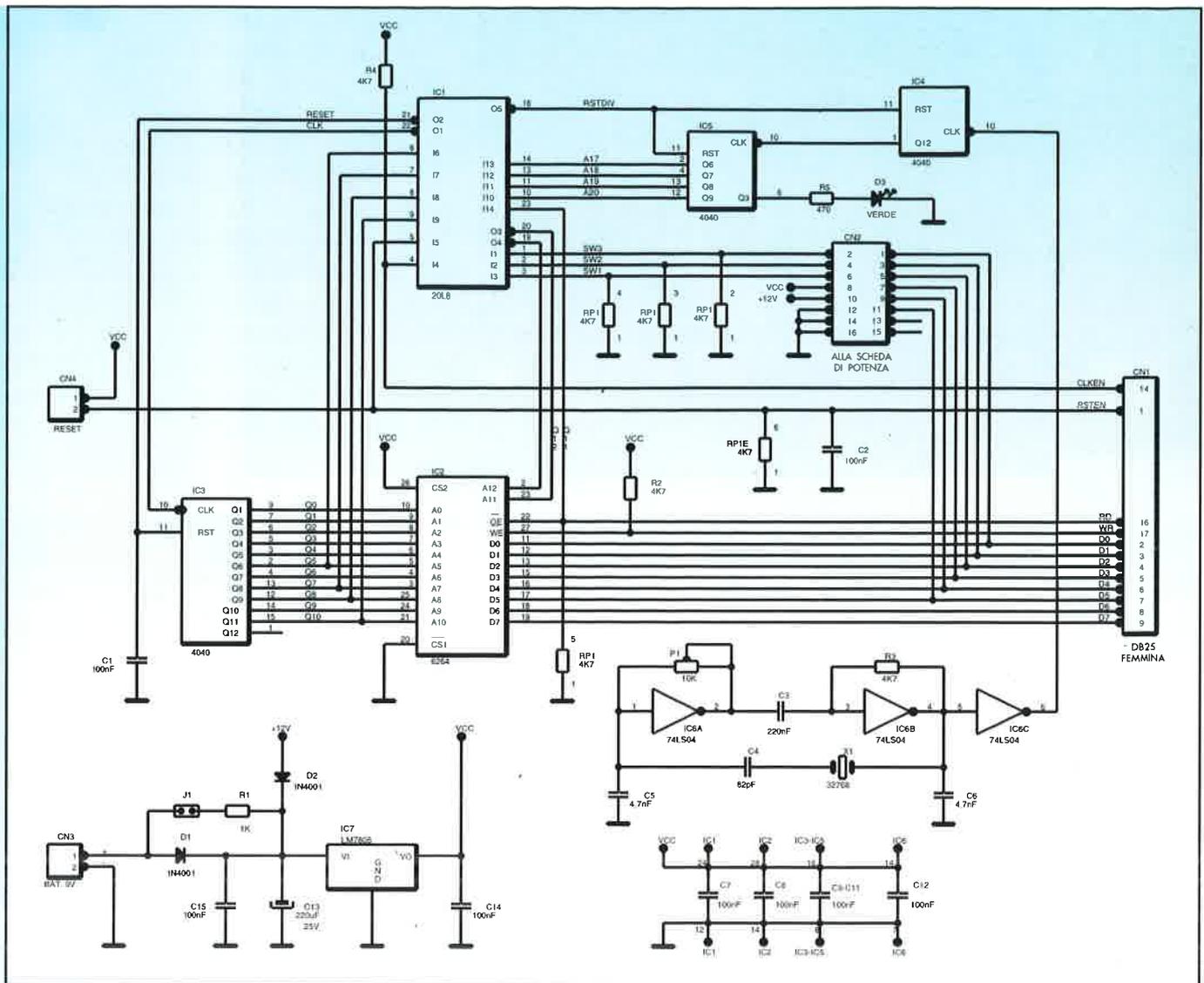
Collegamenti tra un controller per hard disk e il microprocessore di un calcolatore

il flag del registro degli errori.
Se il circuito non è in grado di correggere l'errore si possono verificare due condizioni: o l'errore viene ignorato e non viene corretto, oppure si utilizza il comando per il calcolo della correzione. Con quest'ultimo si determina la posizione e il tipo di errore per poterlo correggere successivamente con qualche programma di utilità.
Questo comando deve essere utilizzato prima di eseguire qualsiasi altro comando, in modo da non alterare il registro ECC. I comandi di lettura e scrittura di un settore, di ricerca di ID, e di formattazione alterano questo registro, per cui la correzione dell'errore dopo aver eseguito una di queste operazioni diventa praticamente impossibile.
Per operare nella modalità di correzione automatica degli errori il buffer esterno di settore deve essere composto da una memoria RAM statica e non da una memoria FIFO. La codifica e la decodifica dei dati viene eseguita per la scrittura e la lettura degli stessi sull'unità a disco. Il codificatore lavora alla frequenza del clock di scrittura, poiché è identica alla velocità di trasmissione dei bit. Il decodificatore invece lavora con il clock di lettura, o RD CLOCK, generato dal separatore esterno dei dati. Entrambi i segnali non devono però essere di tipo sincrono.
Il codificatore genera anche i segnali di controllo necessari per la scrittura. I segnali di avanzamento e di ritorno della testina vengono attivati in funzione del formato dei dati utilizzato.
Gli elementi circuitali esterni impiegano questi segnali per compensare la deviazione generata dall'influenza di ogni bit su quello adiacente.

COLLEGAMENTO DI UN CONTROLLER PER HARD DISK

Il circuito fondamentale per il collegamento tra un microprocessore e un controller è costituito da un bus bidirezionale di almeno 8 bit, in funzione del tipo di microprocessore utilizzato. Questo bus viene utilizzato per trasmettere e ricevere i dati del controller e del buffer di settore, che è formato da una memoria RAM statica e da un contatore.
Dopo che il controller ha attivato il bus, per accedere al buffer di settore si deve utilizzare un transcodificatore per poter isolare il sistema durante questa fase.
Per attivare la fase di scrittura in un settore, il microprocessore invia i dati al registro di lavoro e successivamente genera il comando di scrittura. Il controller attiva poi il segnale di cancellazione del contatore del buffer per inizializzarlo, e genera l'informazione di stato per comunicare al sistema che possono essere trasferiti al buffer i dati che devono essere scritti.
Quando il contatore raggiunge il conteggio massimo il segnale di abilitazione del buffer viene confermato tramite il segnale presente all'uscita di riporto del contatore, per indicare che il buffer di settore è completamente pieno.

Temporizzatore universale per PC

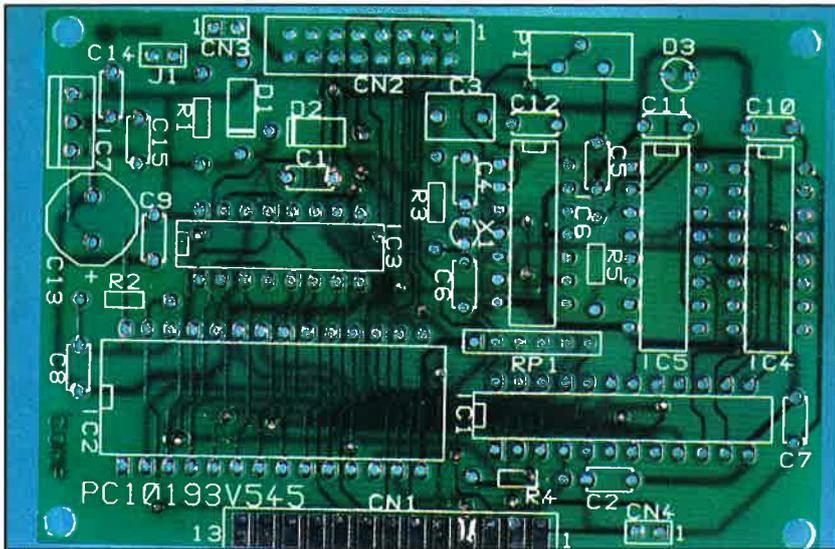
Se esiste un settore nel vasto mondo dell'elettronica nel quale i sistemi digitali hanno dimostrato un chiaro vantaggio rispetto ai sistemi analogici, questo è senza dubbio il campo della temporizzazione, e per estensione di tutte quelle applicazioni che sono strettamente legate al controllo automatico nel dominio del tempo.

In commercio sono disponibili molti prodotti che permettono di realizzare in modo semplice e rapido il controllo automatico di determinati dispositivi (generalmente gli elettrodomestici casalinghi). Se è vero che tutti questi hanno prestazioni simili, come la programmazione di eventi multipli, la variazione di questa programmazione a proprio piacimento, la facilità di implementazione, ecc., è altrettanto vero che la maggior parte di questi presenta uno svantaggio comune (non bisogna dimenticare che il riferimento è relativo a dispositivi di uso domestico e di basso costo, e non ad apparecchiature di tipo

Schema del circuito di temporizzazione

Il montaggio e la gestione del temporizzatore è alla portata di tutti

industriale): la programmazione consente di gestire un solo dispositivo oppure, nel migliore dei casi, un gruppo di dispositivi con lo stesso periodo di programmazione.

Prima di denigrare la funzionalità e l'utilità di questi elementi, e prima di cedere ai temporizzatori di tipo più sofisticato e decisamente meno vantaggiosi dal punto di vista economico, si consiglia di leggere attentamente questo capitolo per rendersi conto che l'affidabilità e la versatilità non sono parametri strettamente legati all'aspetto economico, che senza alcun dubbio deve comunque essere considerato. Se si possiede un personal computer, ma anche nel caso non lo si abbia, il montaggio proposto di seguito può rivelarsi estremamente utile ed eclettico.

Qualche lettore potrebbe domandarsi come è possibile realizzare un temporizzatore controllato da PC senza possedere un PC. La risposta è semplice: il temporizzatore proposto richiede l'impiego di un personal computer solamente per effettuare la sua programmazione. Ciò significa che il circuito è completamente autonomo per quanto riguarda il suo funzionamento. Questo è il motivo per cui il montaggio e la gestione del temporizzatore può considerarsi alla portata di chiunque, anche di coloro che non posseggono un PC; è infatti sufficiente chiedere a qualche amico che ne possiede uno di poter programmare il proprio dispositivo, per poterlo poi utilizzare completamente e indipendentemente senza l'ausilio di altri elementi. Per facilitare le operazio-

Il circuito stampato non ha i fori metallizzati, per cui è necessario assicurare il collegamento tra le due facce dello stampato

ni di programmazione sia per coloro che già posseggono, e perciò conoscono, il personal, che per i lettori che si rivolgono ad altri per ottenere questa prestazione, è stato studiato un sistema di collegamento tra il circuito temporizzatore e il PC estremamente semplice e veloce, che rende questa operazione sicura sia per il circuito che per il PC stesso.

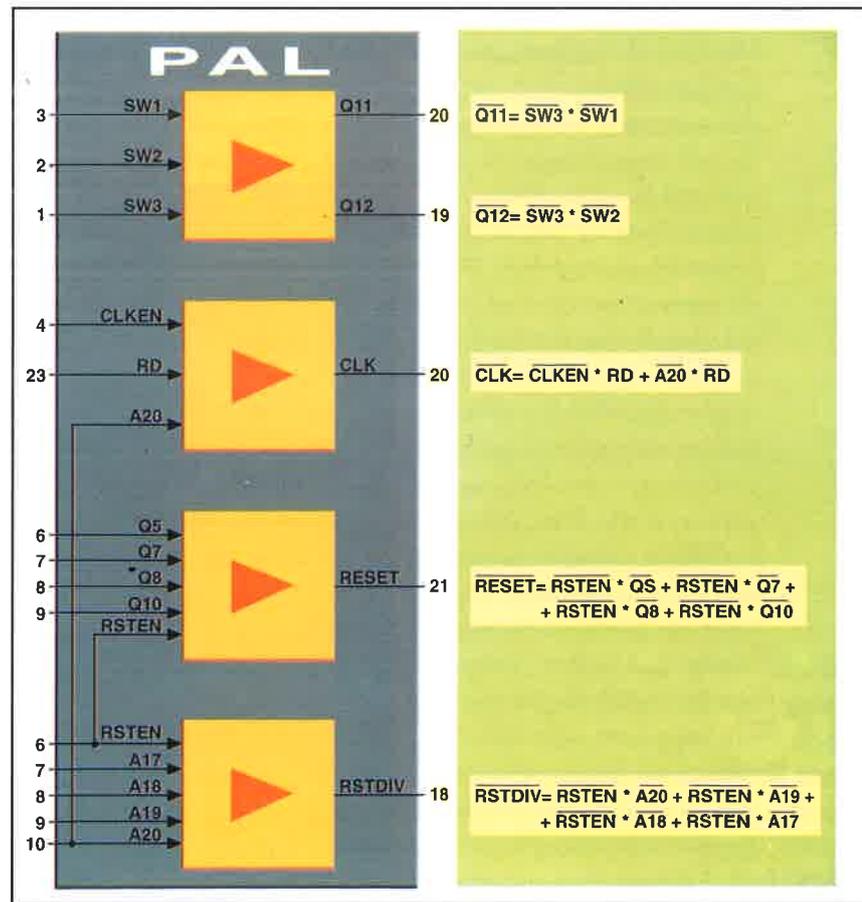
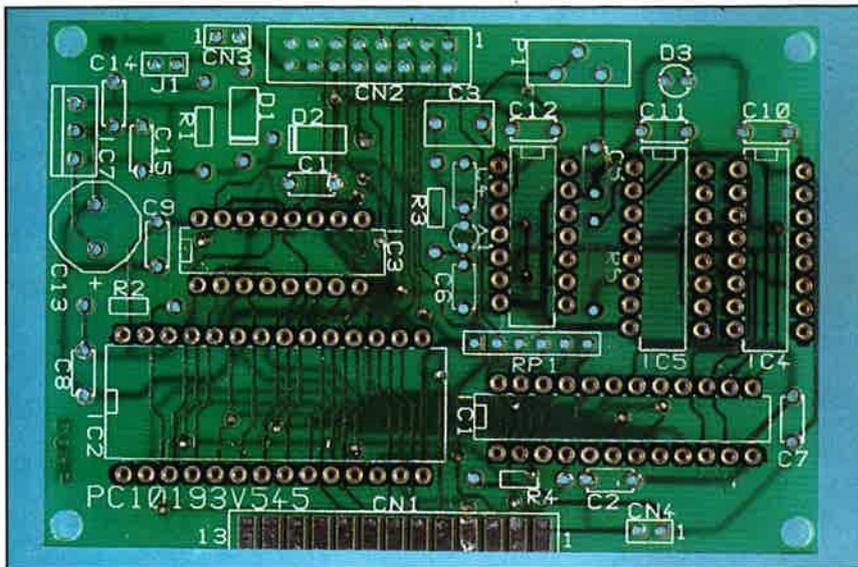
Come si può osservare nello schema a blocchi, il connettore destinato alla comunicazione tra il circuito e il calcolatore è indicato con CN1. Utilizzando un cavo piatto a 25 terminali si collega questo connettore alla porta parallela del PC, che normalmente serve per il collegamento della stampante. Con questa soluzione le gestione del temporizzatore diventa semplice e sicura, e viene evitata la necessità di effettuare delle operazioni noiose e spesso delicate all'interno del PC.

Il circuito

Come si può osservare nello schema elettrico del dispositivo, il cuore del circuito è costituito da una memoria RAM (6264). Tutta la sequenza di lettura della RAM può essere realizzata in modo autonomo, senza la necessità di un PC, mentre per la programmazione, che prevede la scrittura della memoria attraverso il connettore CN1, è richiesto l'utilizzo di un personal.

Poiché il temporizzatore dopo essere stato programmato deve poter funzionare in modo completamente autonomo, è stata prevista una batteria per l'alimentazione del sistema. Questa batteria deve essere di tipo ricaricabile, in quanto il dispositivo è dotato di un ingresso a 12 V (di cui si parlerà successivamente) con il corrispondente circuito per la limitazione della carica. In condizioni normali di funzionamento il circuito è alimentato esternamente, e ciò consente di prolungare la

Il cuore del circuito è una memoria RAM (in pratica una 6264)

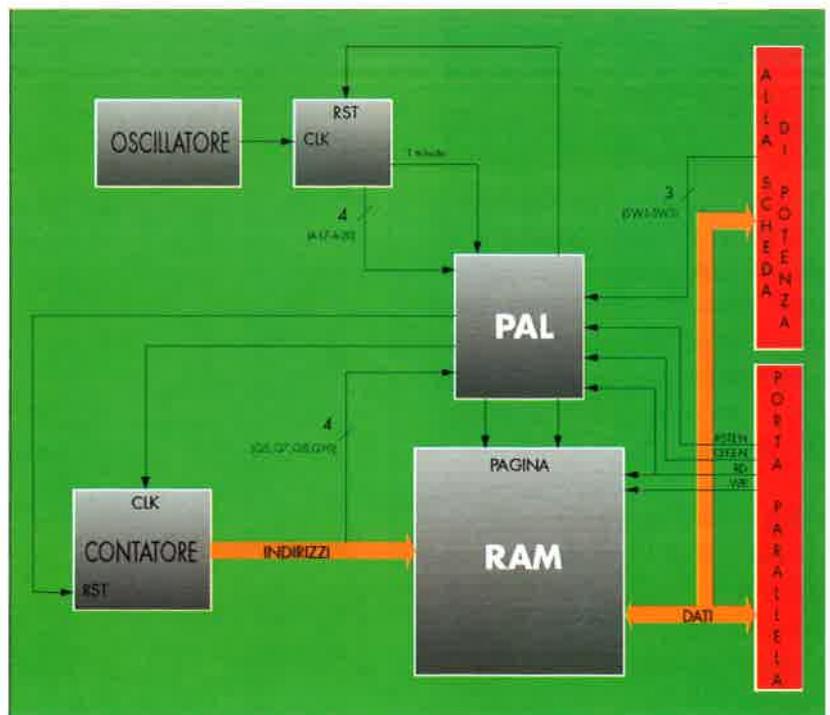
Schema ed equazioni della PAL

Gli zoccoli sono i primi componenti che devono essere saldati

durata della batteria limitandone l'utilizzo nei periodi durante il quale viene rimosso, ad esempio per procedere ad una nuova programmazione della memoria RAM.
É comunque possibile utilizzare anche una batteria standard non ricaricabile, poiché è stato previsto un ponte di by-pass del circuito di ricarica.
Poiché il funzionamento è determinato dal sequenziatore composto dai contatori IC4 e IC5, è necessario un segnale di clock che consenta di eseguire il processo di avanzamento per la lettura delle diverse locazioni della RAM.
Il generatore di clock, formato dal circuito integrato IC6, si trova nella zona inferiore destra dello schema elettrico allegato. La sua precisione è controllata da un quarzo a 32.768 Hz (XTAL1), e la sua uscita viene opportunamente divisa per generare la lettura prevista di 1 minuto, come si vedrà più dettagliatamente di seguito.

Della precisione del clock è incaricato il quarzo da 32.768 Hz (XTAL1)

Per ora è sufficiente elencare alcune caratteristiche di questo temporizzatore:
1. É dotato di un pulsante di RESET che consente la sua calibrazione con una sola operazione. Questa manovra deve essere eseguita quando l'ora del giorno coincide con l'ora impostata per l'inizio del programma (anche questo argomento, relativo al supporto logico per la gestione del temporizzatore, verrà descritto di seguito).
2. Consente la gestione di un'uscita a 6 bit (facilmente espandibile a 8) ad intervalli di un solo minuto, che possono essere programmati in modo differenziato. Questo permette, attraverso una scheda di interfaccia di potenza (oggetto del prossimo capitolo), di controllare ad intervalli di 1 minuto sei segnali completamente indipendenti tramite un solo programma; detto in altro modo, ciascuna delle uscite, indipendentemente dalle altre cinque, esegue in un minuto la sequenza (attivata/disattivata) precedentemente programmata.
3. Le uscite possono essere inviate al circuito di potenza o a qualsiasi altro circuito progettato per esigenze particolari; è sufficiente che quest'ultimo sia dotato di un bus dati a 6 bit per realizzare il

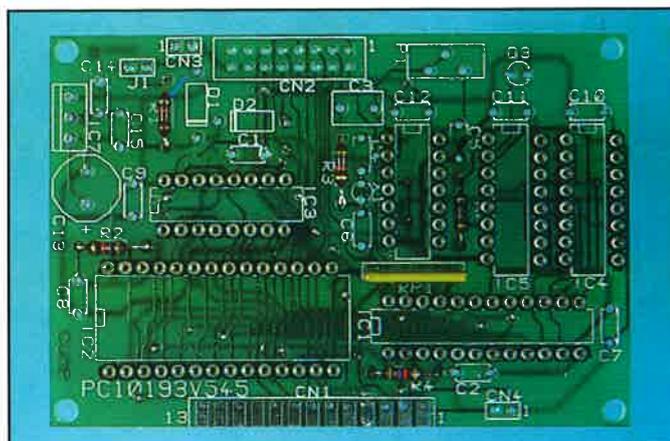
Schema a blocchi del circuito

OSCILLATORE
RST
CLK
PAL
PAGINA
RAM
CLK
CONTATORE
RST
INDIRIZZI
DATI
ALLA SCHEDA DI POTENZA
PORTA PARALLELA

controllo ad intervalli programmabili. Il circuito di temporizzazione consente di controllare sia dei relé a bassa potenza (12 V), che a loro volta possono pilotare i carichi a cui sono collegati, che gli ingressi di sei fotoaccoppiatori (in pratica 6 foto-triac), le cui uscite corrispondenti sono in grado di supportare direttamente la tensione di rete standard (220 V).

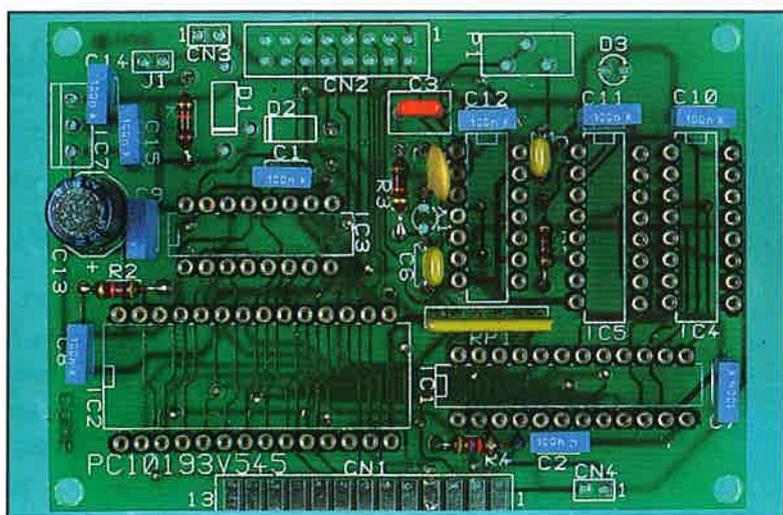
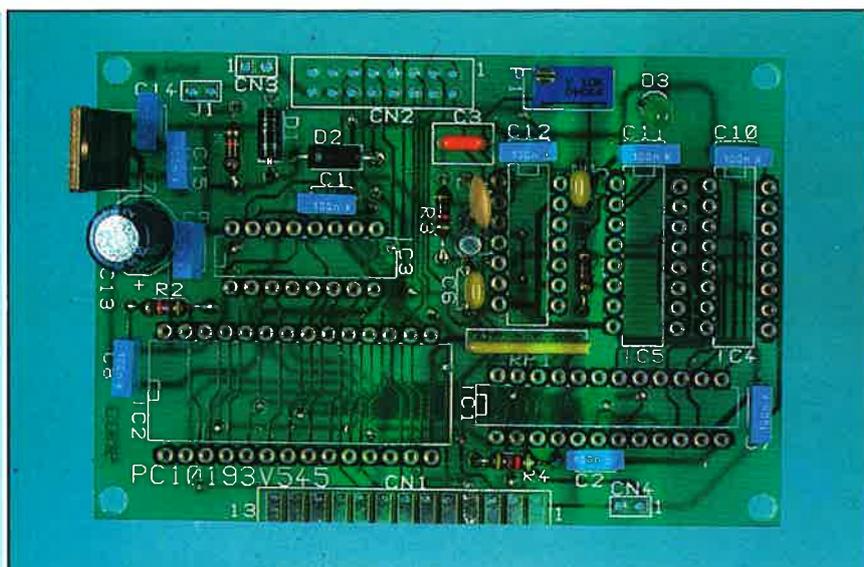
4. Oltre alla possibilità di controllare la sequenza giornaliera ad intervalli della durata desiderata, si ha l'ulteriore vantaggio di disporre di un commutatore che consente di scegliere tra quattro diversi programmi. Questi ultimi sono contenuti nella RAM, e sono selezionabili tramite questo commutatore che controlla i segnali di ingresso alla memoria presenti sulle linee da A17 ad A20.

FUNZIONAMENTO

Il cuore di questo circuito è costituito in pratica dalla memoria RAM da 8K x 8 (il circuito integrato indicato con IC2), che viene campionata in modo continuativo per tutto il tempo in cui rimane alimentata. Per indirizzare i 2 Kbyte più bassi della memoria si utilizza il contatore binario a 12 bit contenuto nel circuito integrato IC3 (4040), che ha il compito di garantire l'indirizzamento corretto e completo di tutte le locazioni della memoria, ciascuna delle quali viene scandita ad ogni impulso di clock. In realtà si comporta come un divisore per 1440, valore che coincide con il numero di minuti che rappresentano un giorno e che corrisponde ad un ciclo completo del circuito.

Bisogna tener presente che il condensatore C13 è polarizzato

Dopo gli zoccoli si devono saldare le resistenze

In questo modo, quando il contatore arriva al termine del conteggio automaticamente passa nuovamente a zero e ricomincia un nuovo ciclo. Il generatore di clock, anche se non è importante come la memoria, risulta però indispensabile per il circuito temporizzatore non tanto per la sua operatività ma quanto per la sua precisione (da questa dipende l'affidabilità del circuito completo). Questo oscillatore, che contiene un cristallo al quarzo piuttosto particolare, simile a quelli utilizzati negli orologi digitali da polso, ha il compito di generare un impulso di clock al minuto, ed è costituito da un oscillatore ad alta precisione la cui frequenza è di 32.768 Hz. L'oscillatore è stato realizzato con degli invertitori, contenuti nel circuito integrato 74LS04 indicato nello schema con IC6. Un punto molto importante, e spesso critico, è la scelta della famiglia logica alla quale deve appartenere IC6. Si deve tener presente che è strettamente necessario utilizzare la serie LS e non un'altra qualsiasi, poiché in caso contrario potrebbero sorgere problemi di temporizzazione. L'uscita di questo oscillatore viene trasferita ad un'altra porta dello stesso integrato che si comporta da buffer, e di seguito viene inviata all'ingresso di clock di un divisore per 1.966.080. Questo numero associato alla frequenza fondamentale del quarzo consente di ottenere un'uscita ad alta precisione di un minuto esatto.

Per l'oscillatore si deve tener presente che è assolutamente necessario utilizzare la serie LS

Non è necessario montare un dissipatore sul regolatore di tensione LM7805

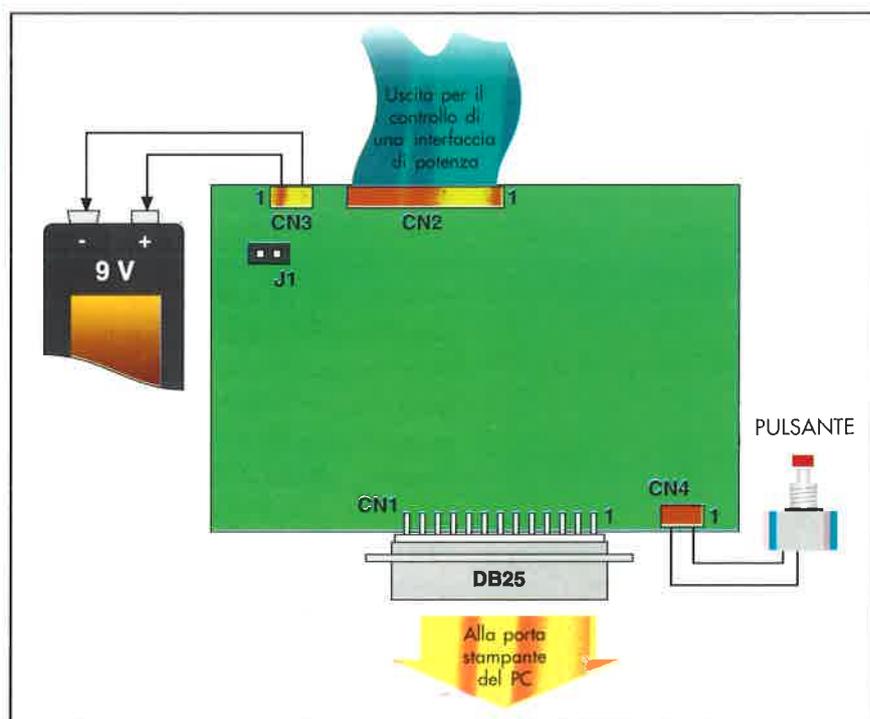
preciso. Inoltre, si preoccupa di generare gli impulsi di clock necessari per indirizzare la memoria in ragione di un ciclo al minuto. Un'altra funzione di questo elemento, non meno importante della precedente, è quella di generare le linee di indirizzo alte per la memoria RAM, che sono rappresentate dalle linee A11 e A12. In questo modo la memoria risulta paginata in quattro blocchi che dipendono dall'ingresso attivo stabilito dalla posizione del commutatore dei programmi (S2); ciò consente ai quattro diversi programmi di coesistere nella stessa memoria e di essere singolarmente selezionabili tramite la semplice variazione della posizione del commutatore.

Il divisore è formato da due contatori binari a 12 bit 4040, simili a quelli utilizzati per l'indirizzamento della memoria. Questi formano in pratica un contatore a 24 bit che consente di ottenere il rapporto di divisione voluto.

Il cervello logico del circuito è rappresentato da IC1, un dispositivo di tipo PAL (20L8). Questo componente ha il compito di supervisionare il conteggio di entrambi i divisori per verificare che ciascuno operi entro un rapporto di divisione

Un altro compito della PAL è quello determinare quando il circuito è collegato alla porta parallela di un calcolatore. In questo caso vengono attivate le misure necessarie per permettere al programma di assumere il controllo, in modo che la gestione del circuito possa avvenire tramite il calcolatore.

Come si può facilmente verificare, il circuito può essere alimentato in due diversi modi: attraverso il connettore CN2 con un ingresso a 12 V, oppure attraverso il connettore CN3 al quale deve essere collegata una pila da 9 V; in entrambi i casi la tensione di ingresso viene poi inviata al regolatore di tensione LM7805 (IC7) che la trasforma in 5 V stabilizzati. In condizioni di funzionamento normale, e con entrambe le tensioni presenti, la batteria non fornisce energia al circuito, e viene mantenuta carica con una piccola corrente che le arriva attraverso R1 e J1; questo circuito agisce anche da limitatore di carica, per impedire un deterioramento della batteria a causa di un eccesso di carica. Quando viene a mancare la tensione principale a 12 V entra in funzione la batteria, che fornisce l'energia necessaria per il fun-

Schema di collegamento del circuito

zionamento dei circuiti. É importante segnalare la funzione del ponticello J1: nel caso non venga utilizzata una batteria di tipo ricaricabile (Ni-Cd) ma una pila comune, si deve aprire questo ponticello per evitare che circoli la piccola corrente di carica, descritta precedentemente, che potrebbe danneggiare la pila standard.
In quest'ultimo caso si deve tener presente che la pila, dopo un certo periodo, si esaurisce ed è perciò necessario sostituirla.
In condizioni normali di funzionamento gli ingressi /OE e /WE della memoria sono rispettivamente a livello basso e a livello alto; in questo modo il circuito è impostato nella modalità di lettura, per cui sulle linee dei dati è presente il contenuto della memoria corrispondente all'indirizzo selezionato in quel momento.
Quando si collega il circuito al calcolatore per memorizzare un nuovo programma il terminale /OE viene portato a livello alto, e tramite software viene generato un impulso di scrittura sul terminale /WE per ciascuna locazione di memoria, il cui avanzamento viene eseguito sempre tramite il programma.
Il connettore CN4 viene utilizzato per inizializzare i contatori quando il circuito funziona in modo autonomo. Il risultato effettivo di questo RESET è la sincronizzazione del sistema con l'ora di riferimento programmata tramite software.

Aspetto finale del circuito

MONTAGGIO E VERIFICA DEL CIRCUITO

Quando si eseguono le operazioni di montaggio del circuito si devono osservare le solite precauzioni già indicate più volte. I primi componenti che devono essere montati sono costituiti dalle strisce di terminali torniti che rappresentano gli zoccoli per i circuiti integrati; ciò perché il circuito stampato ha i fori non metallizzati, per cui è necessario effettuare alcune saldature anche dal lato componenti. Al termine di questa operazione si può procedere al montaggio degli altri elementi secondo le regole tradizionali.
Inizialmente si possono montare i componenti passivi, costituiti dalle resistenze e dai condensatori. Per il condensatore elettrolitico, che è polarizzato, bisogna rispettare il corretto orientamento poiché, in caso di montaggio errato, il componente potrebbe subire danni irreparabili creando nel contempo una situazione pericolosa per l'operatore (si ricorda che i condensatori elettrolitici non correttamente alimentati possono anche scoppiare).
Si procede con i connettori e i terminali, il cui montaggio non dovrebbe presentare particolari problemi se non quello del loro inserimento nello stampato.

La memoria è il cuore del circuito temporizzatore

Il connettore CN4 viene utilizzato per inizializzare i contatori quando il circuito funziona in modo autonomo

Elenco componenti

Resistenze

R1 = 1 kΩ

R2, R3, R4 = 4,7 kΩ

R5 = 470 Ω

RP1 = 4,7 kΩ x 6, SIL 7 terminali

P1 = 10 kΩ, potenziometro

Condensatori

C1, C2, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C14, C15 = 100 nF

C3 = 220 nF

C4 = 82 pF

C5, C6 = 4,7 nF

C13 = 220 μF/25 V, elettrolitico

Semiconduttori

IC1 = 20L8 PAL

IC2 = 6264, RAM 8K x 8

IC3, IC4, IC5 = 4040

IC6 = 74LS04

IC7 = LM7805

D1, D2 = 1N4001

D3 = LED 3 mm verde

Varie

X1 = cristallo da 32768 Hz

J1 = jumper

CN1 = Connettore DB25 maschio

CN2 = Striscia da 8x2 terminali

CN3, CN4 = Strisce a 2 terminali

1 Batteria ricaric. o standard da 9 V

1 Connettore per pila da 9 V

114 terminali torniti femmina

1 Pulsante di Reset

1 Circuito stampato PC10193V545

Di seguito si devono montare i diodi, anch'essi polarizzati, facilmente identificabili dall'anello colorato stampato sul loro corpo (l'anello colorato, generalmente bianco, indica che il terminale più vicino corrisponde al catodo del diodo). Successivamente si possono montare il cristallo al quarzo e inserire gli integrati nei rispettivi zoccoli. A costo di risultare noiosamente ripetivi si ricorda ancora una volta di prestare particolare attenzione al loro orientamento. Il sistema per non commettere errori è quello di osservare la serigrafia dello stampato, sulla quale è riportata la tacca presente anche sul corpo del circuito integrato. L'orientamento che fa coincidere le due tacche è quello corretto.

L'inserimento del jumper sul ponticello J1 dipende dal tipo di batteria utilizzato: non deve essere inserito se si usa una batteria standard, deve essere inserito se si usa una batteria ricaricabile.

Dopo aver montato tutti i componenti sulla scheda non rimane che effettuare una ispezione visiva accurata dell'insieme. Questa operazione consente di evitare noie successive e problemi di difficile soluzione. Tra i dettagli che si devono controllare con quest'ultima revisione si ricordano:

- l'orientamento di tutti i componenti polarizzati, quali i diodi, il LED, il condensatore elettrolitico e i circuiti integrati;
- l'eventuale presenza di cortocircuiti tra piste adiacenti. Questi possono essere stati provocati accidentalmente durante le operazioni di saldatura; è opportuno localizzarli prima di alimentare il circuito, evitando che manifestino la loro presenza con effetti deleteri per i componenti;
- saldature fredde. Questo è un problema che normalmente capita agli appassionati di elettronica non particolarmente abili nell'arte della saldatura a stagno. Gli effetti di una saldatura fredda sono del tutto imprevedibili: si possono manifestare come dei falsi contatti oppure come punti di collegamento a resistenza elevata dovuta alla saldatura stessa. Questa condizione può compromettere il funzionamento di tutto il dispositivo. Il metodo più rapido, anche se non il più sicuro, per localizzare una saldatura fredda è quello di osservarne la brillantezza. Una saldatura eseguita correttamente brilla in modo particolare, mentre una saldatura fredda appare generalmente opaca e spugnosa. Pertanto, per poter individuare questi difetti si consiglia di illuminare con una lampada, possibilmente azzurrognola, il lato saldature del circuito stampato e osservare attentamente quali sono i punti di saldatura che non riflettono in modo brillante la luce. In caso di dubbi si consiglia comunque di ripassare tutte le saldature dall'aspetto sospetto.

L'oscillatore è formato dall'integrato 74LS04

La PAL è il cervello logico del circuito